WBH-812A

微机变压器保护装置
技术说明书

2007.12

1、应用范围

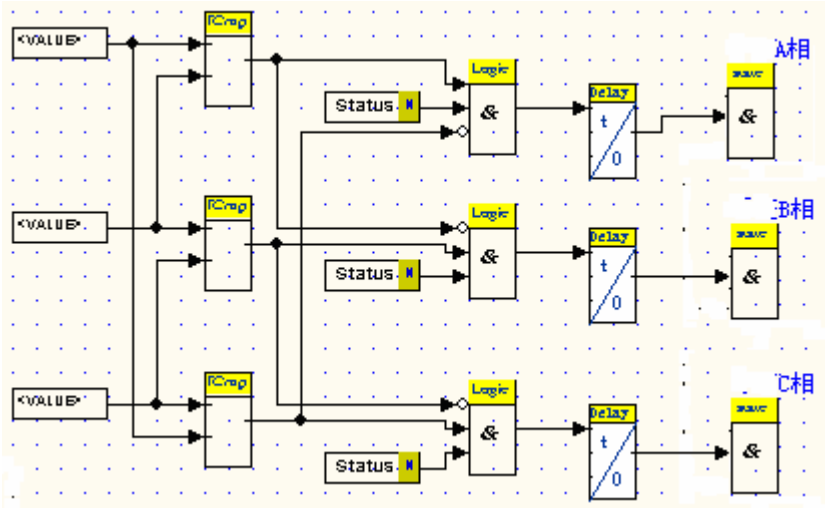
WBH-812A 装置实现变压器的差动保护，适用于 110kV 电压等级各种接线方式的变压器。

2、产品特点

2.1 装置系统平台

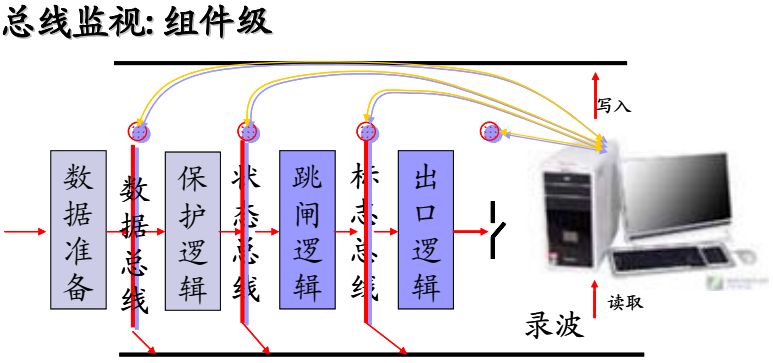
- **逻辑开发可视化**

国内首家在高压保护上实现可视化逻辑编程，保护源代码完全由软件机器人自动生成，正确率达到 100%，杜绝了人为原因产生软件 Bug。所有的保护逻辑由基本的元件和组件组成。

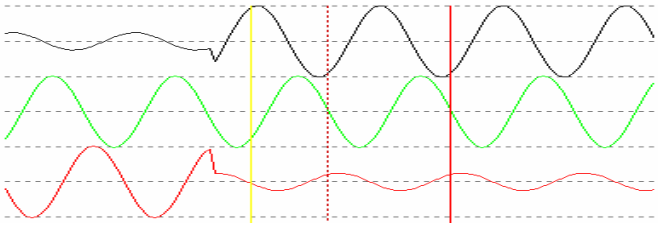


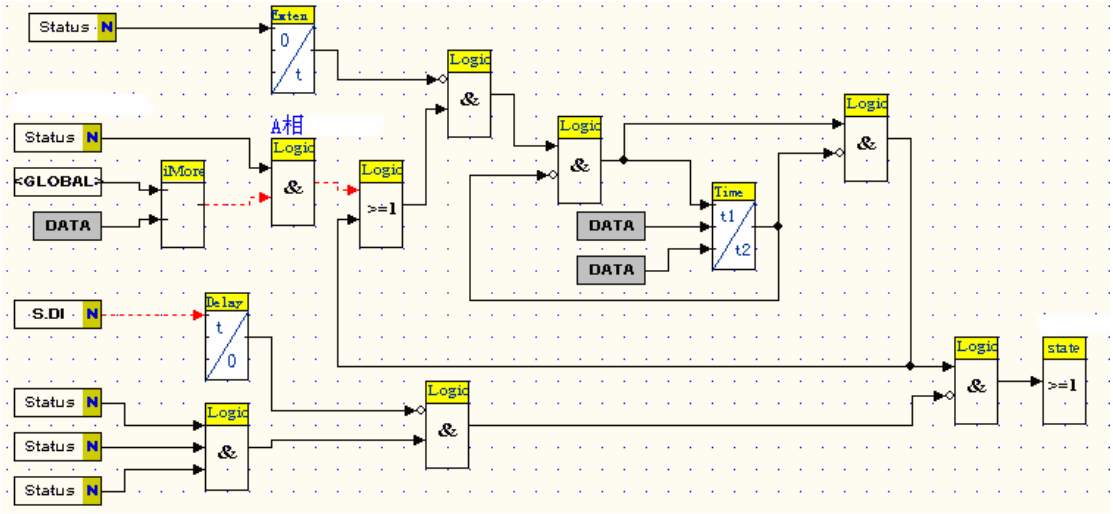
- **事故分析透明化**

通过分层、模块化、元件化的设计，装置内部实现了元件级、模块级、总线级三级监视点，可以监视装置内部任一个点的数据，发生事故后通过透明化事故分析工具，可以对故障进行快速准确的定位。



故障波形回放：



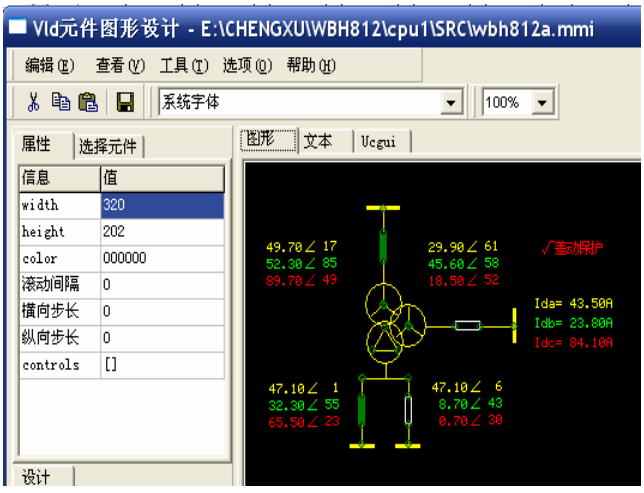


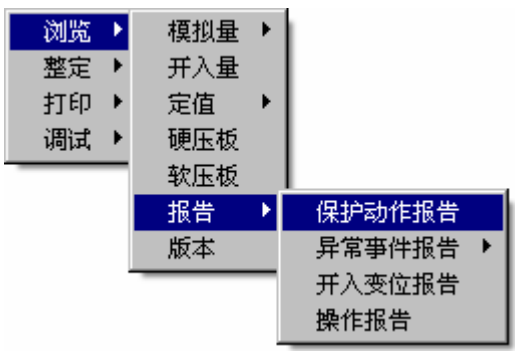
- **工程应用柔性化**

采用功能自描述和数据自描述技术，实现了内容可以通过描述文件以不同的形式重组，功能可以通过配置文件形式重构，解决了不同用户差异化需求和软件版本集中管理的矛盾。

2.2 人机界面人性化

XJGUI 和现场调试向导的成功应用，降低了现场维护和运行人员的工作强度，使运行维护工作变得轻松。

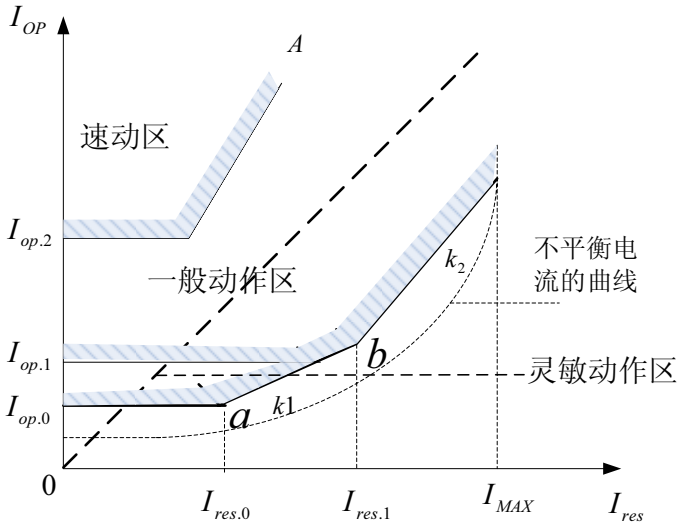




2.3 保护性能特点

- **自适应变特性的差动保护**

差动保护采用自适应变特性技术，既有反映严重故障的快速动作区、典型故障的一般动作区，又有反映接地轻微匝间故障的灵敏动作区。装置自动根据不同的故障类型，自适应选择不同动作特性和不同滤波算法，达到继电保护“四性”的辨证统一。



- **虚拟正弦波技术识别空投故障变压器（专利号：200510017601.1）**

空投匝间故障变压器的动作时间是衡量变压器差动保护的一个重要指标。正确识别励磁涌流与故障是解决空投匝间故障差动保护动作时间长的唯一途径。传统做法是利用电流过零点的信息，通过间断角或二次谐波判别涌流，从而来闭锁差动保护，本装置是通过电流过零点附近信息是否具备故障特征来决定是否快速开放差动保护，应用该原理后，差动保护在保证正常变压器不误动的前提下，大大提高了空投匝间故障时差动保护的动作速度。

- **虚拟制动量的识别 TA 饱和专利技术（专利号：200510017606.7）**

由于变压器各侧的电压等级不同导致各侧的 TA 的型号和特性也不一致，解决 TA 饱和问题是 P 级电流互感器能够应用于差动的关键问题。采用该专利技术后，发生外部故障，电流波形正常时间≧2.5ms 时，差动保护可靠不误动，抗 TA 饱和能力处于国内领先水平。

3、专利技术

- 变压器保护中正确识别空投励磁涌流与空投故障的方法（专利号：200510017607.1）；
- 利用电流互感器二次测量电流动态补偿其传递产生的幅值和相位误差（专利号：200610017752.4）；
- 利用虚拟制动电流判断TA饱和的方法（专利号：200510017606.7）；

目　录

1、应用范围 2
2、产品特点 2
2.1 装置系统平台 2
2.2 人机界面人性化 3
2.3 保护性能特点 4
3、专利技术 5
1　概述 1-1
1.1　应用范围 1-1
1.2　产品特点 1-1
1.3　保护配置 1-2
2　技术参数 2-1
2.1　额定电气参数 2-1
2.2　主要技术指标 2-1
2.3　机械及环境参数 2-3
2.4　通信接口 2-3
3　产品原理介绍 3-1
3.1　差动保护 3-1
4　装置硬件介绍及典型接线 4-1
4.1　装置整体介绍 4-1
4.2　装置背视示意图 4-2
4.3　结构与安装 4-2
4.4　WBH-812A 保护装置端子图 4-3
4.5　WBH-812A 装置输出触点 4-5
5　定值清单 5-1
5.1　WBH-812A 的保护整定清单 5-1
6　附录一　保护装置整定计算 6-1
6.1　差动保护整定计算 6-1
7　附录二　比率差动保护各侧电流相位差的补偿 7-1

1 概述

1.1 应用范围

WBH-812A 微机变压器保护装置适用于 110kV 电压等级各种接线方式的变压器。WBH-812A 装置实现变压器的差动保护，差动保护采用二次电流自动调整相位的方法，并提供了可靠的励磁涌流判据，可以实现四侧差动。

1.2 产品特点

基于高性能、高冗余的许继新一代硬件平台，可视化的逻辑开发工具实现保护透明化设计，变动作特性原理使保护性能全面提升，装置内存的“日志系统”及“黑匣子”故障定位技术等是该保护装置的主要特点。

1.2.1 保护性能

- 可靠的比率差动保护

采用多段、多折线的方法，能够快速切除区内严重故障，同时也保证轻微故障、复杂故障的灵敏度。采用长短数据窗结合的多重算法，大大提高软件的抗干扰能力。

- 可靠的 TA 饱和判据

根据电流过零点时 TA 退出饱和的物理特点，利用采样值差动作为 TA 饱和判据，大大提高差动保护的抗 TA 饱和能力。发生外部故障，电流波形正常时间≧2.5ms 时，差动保护可靠不误动。

- 变压器联结组别可灵活整定

通过整定变压器的钟点数及各侧接线型式，可以满足现场各种不同联结组别变压器的保护需要。

1.2.2 高性能、高冗余的许继新一代软、硬件平台

- 高性能、高可靠性硬件结构

采用 32 位高性能 DSP 处理器、32 位逻辑处理器和 16 位的高速 AD。

- 强抗干扰能力

软硬件设计上采取充分的抗干扰措施，6U 全封闭机箱，整体面板，强弱电严格分开，装置的抗干扰能力大大提高，对外的电磁辐射也满足相关标准。

- 强大的自检功能

完善的 A/D 采样回路自检能避免 A/D 采样出错导致的装置误动；开出回路自检可以准确检测任一路开出回路断线或开出击穿故障，发出告警并可靠闭锁保护；定值自检能够检测定值存储区出错、定值越限等；具备电源自检功能，当电源电压不正常时，装置发告警信息，并闭锁保护。

- 可视化的逻辑开发

可视化的逻辑开发工具 VLD，在 VLD 的开发环境下所有的保护逻辑都是由不同可视化的柔性继电器组成，实现微机保护的完全透明化设计。

1.2.3 便捷的操作使用

- 友好的人机界面

彩色液晶大屏幕显示，采用全中文类 Windows 菜单模式，结构清晰，通过菜单提示，可完成装置的全部操作，使用方便。

主页面显示彩色主接线图，有丰富的实时数据，美观实用。

- 独特的传动试验设计

“按通道传动”，不仅能检验现场各跳闸回路的接线，还可以在不施加电流电压的情况下，检验保护的动作跳闸情况。

- 方便的通信对点功能

现场可在不具备保护功能试验条件的情况下，通过通信对点菜单，使装置向自动化监控系统上送相关保护动作信息、告警信息等，非常方便地进行通信对点试验。

- 完善的事件记录功能

可记录 100 次故障、8 次故障波形、200 次异常信息。录波数据与 COMTRADE 兼容。

- 完善的打印功能

具有手动启动录波并打印功能，可打印出正常时各侧的电流电压的幅值、相位，方便用户在变压器投运时进行各侧电流电压的极性校验。

1.3 保护配置

下图为 WBH-812A 保护在 110kV 变压器典型接线（高压侧为内桥接线）的应用配置方案。

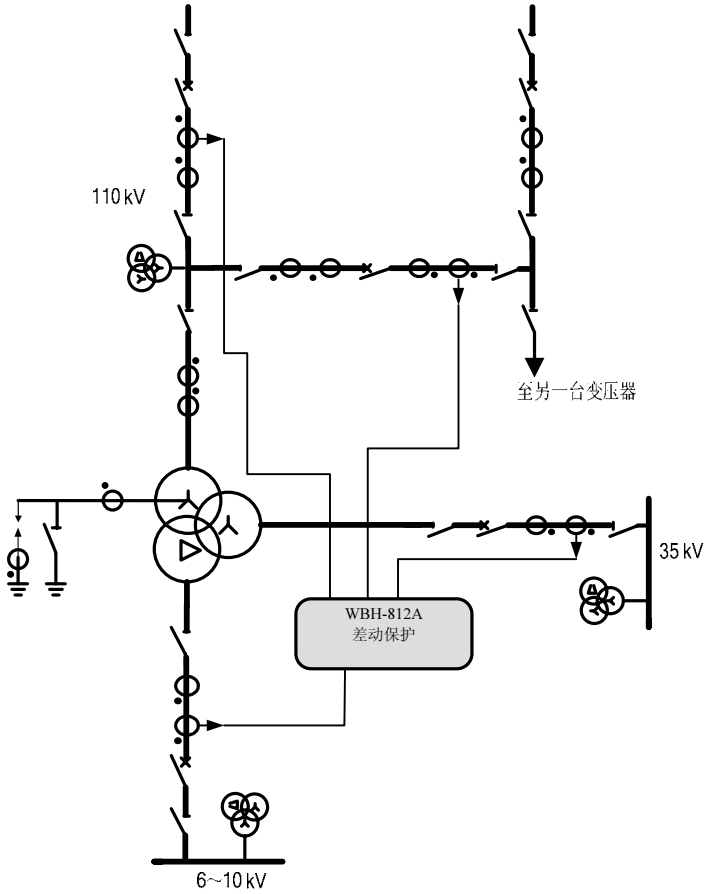


图 1-3-1　WBH-812A 在三圈变中的典型应用配置

WBH-812A 主保护装置配置如下表所示：

表 1-3-1

序号	保护名称	时限	备注
1	比率差动	/	识别励磁涌流可采用不同原理
2	差流速断	/	
3	差流越限	/	
4	TA 异常	/	

2 技术参数

2.1 额定电气参数

2.1.1 额定交流数据

额定交流电流I_n：5 A 或 1 A；

额定交流电压U_n：线电压 100 V，相电压 $100/\sqrt{3}$ V；

额定频率： 50 Hz。

2.1.2 额定直流数据

220V 或 110V，允许偏差 +15%，-20%。

2.1.3 打印机辅助交流电源

220V，0.7A，50Hz/60Hz，允许变化范围 80%～110%。

2.1.4 采样频率

微机保护采样及录波频率 1200Hz。

2.1.5 功率消耗

交流电压回路：当为额定电压时，每相不大于 0.5 VA；
交流电流回路：当额定电流为 1 A 时，每相不大于 0.5 VA；当额定电流为 5 A 时，每相不大于 1 VA；
直流回路： 正常运行时，每个保护箱逻辑回路不大于 35 W，开入回路每路不大于 1.5 W；保护动作时，每个保护箱逻辑回路不大于 50 W，开入回路每路不大于 1.5 W。

2.1.6 热稳定性

$2I_n$ 电流下，长期运行；

$10I_n$ 电流下，允许运行 10 s；

$40I_n$ 电流下，允许运行 1 s。

2.2 主要技术指标

2.2.1 动作时间

差流速断：不大于 20 ms(1.5 倍整定值)；
比率差动：不大于 30 ms(2 倍整定值)。

2.2.2 保护定值整定范围和定值误差

注意：以下文档中I_e指变压器二次侧额定电流，I_n指 TA 二次侧额定电流。

差动最小动作电流整定范围：0.2 I_e～1.0 I_e，误差不超过±2.5%或±0.01 I_n；

差动最小制动电流整定范围：0.5 I_e～1.2 I_e，误差不超过±2.5%或±0.01 I_n；

比率制动系数整定范围：0.3～0.7，误差不超过±5%；
二次谐波制动系数整定范围：0.10～0.30，正误差不超过+0.03，负误差不超过 0；

差流速断整定范围：2.0I_e～15.0I_e，误差不超过±2.5%或±0.01 I_n；

2.2.3 记录容量

2.2.3.1 故障录波内容和故障事件报告容量

保护跳闸记录跳闸前 4 个周波、跳闸后 6 个周波所有电流电压波形；
保护装置可循环记录 100 次故障事件报告。

2.2.3.2 正常波形记录容量

正常时保护可记录 10 个周波所有电流电压波形，以供记录或校验极性。

2.2.3.3 异常记录容量

可循环记录 200 次事件记录和装置自检报告。事件记录包括软、硬压板投退、开关量变位等；装置自检报告包括硬件自检出错报警、装置长期起动等。

2.2.4 对时方式

IRIG-B 码对时；
GPS 脉冲对时（分脉冲或秒脉冲）；
监控系统绝对时间的对时命令；

2.2.5 输出触点

2.2.5.1 信号触点容量

允许长期通过电流：5 A；
切断电流：0.3 A(DC 220 V，τ=5 ms)。

2.2.5.2 跳闸出口触点容量

允许长期通过电流：10 A；
切断电流：0.3 A(DC 220 V，τ=5 ms)。

2.2.5.3 辅助继电器触点容量

允许长期通过电流：5 A；
切断电流：0.3 A(DC 220V，τ=5 ms)。

2.2.6 绝缘性能

绝缘电阻：装置所有电路与外壳之间的绝缘电阻在标准实验条件下，不小于 100 MΩ；
介质强度：装置的额定绝缘电压小于 60 V 的电路与外壳的介质强度能耐受交流 50 Hz，电压 500 V(有效值)，历时 1 min 试验,其它电路与外壳的介质强度能耐受交流 50 Hz，电压 2 kV(有效值)，历时 1 min 试验，而无绝缘击穿或闪络现象。

2.2.7 冲击电压

装置的导电部分对外露的非导电金属部分外壳之间，在规定的试验大气条件下，能耐受幅值为 5kV 的标准雷电波短时冲击检验。

2.2.8 寿命

电寿命：装置输出触点电路在电压不超过 250 V，电流不超过 0.5 A，时间常数为 5ms ±0.75 ms 的负荷条件下，产品能可靠动作及返回 1 000 次；

机械寿命：装置输出触点不接负荷，能可靠动作和返回 10 000 次。

2.2.9 抗干扰能力

辐射电磁场干扰试验：符合 GB/T 14598.9 规定的严酷等级的辐射电磁场干扰。

快速瞬变干扰试验：符合 GB/T 14598.10 规定的严酷等级为 IV 级的快速瞬变干扰。

脉冲群干扰试验：符合 GB/T 14598.13 规定的频率为 1 MHz 及 100 kHz 衰减振荡波（第一个半波为电压幅值共模为 2.5 kV，差模为 1 kV）脉冲群干扰。

抗静电放电干扰试验：符合 GB/T 14598.14 规定的严酷等级为 III 级的抗静电放电干扰。

工频磁场抗扰度试验：符合 GB/T 17626.8-1998 中第 5 章规定的严酷等级为Ⅳ级的工频磁场干扰。

脉冲磁场抗扰度试验：符合 GB/T 17626.9-1998 中第 5 章规定的严酷等级为Ⅳ级的脉冲磁场干扰。

浪涌抗扰度试验：符合 IEC 60253-22-5:2002 中第 4 章规定的严酷等级为III级的浪涌骚扰。

射频场感应的传导骚扰抗扰度试验：符合 IEC 60253-22-6:2001 中第 4 章的规定。

工频干扰试验：符合 IEC 60253-22-7:2003 规定的工频干扰。

2.3 机械及环境参数

2.3.1 机械结构

机箱结构尺寸：259.3mm×266mm×256.2mm

安装方式：嵌入式

2.3.2 机械性能

工作条件：能承受严酷等级为 I 级的振动响应，冲击响应检验；

运输条件：能承受严酷等级为 I 级的振动耐久，冲击及碰撞检验。

2.3.3 环境条件

工作温度：－10 ℃～+55 ℃，24 h 内平均温度不超过 35 ℃；

贮存温度：-25 ℃～+70 ℃在极限值下不施加激励量，装置不出现不可逆变化，温度恢复后，装置应能正常工作；

大气压力：80 kPa～110 kPa；

相对湿度：最湿月的月平均最大相对湿度为 90%，同时该月的月平均最低温度为 25 ℃且表面无凝露。最高温度为 40 ℃时，平均最大相对湿度不超过 50%。

2.4 通信接口

a. 以太网通信口(或 RS-485 通讯接口)：2 个。通信规约可选择电力行业标准 DL/T667-1999（IEC60870-5-103）规约或 IEC61850 规约。

b. 打印口，可选 RS-485 或 RS-232。

c. 调试口，RS-232。

3 产品原理介绍

3.1 差动保护

本装置中主保护由比率差动、差流速断、差流越限告警、TA 断线告警组成，提供完备的主保护方案。

3.1.1 比率差动保护

比率差动保护能反映变压器内部相间短路故障、高（中）压侧单相接地短路及匝间层间短路故障，既要考虑励磁涌流和过励磁运行工况，同时也要考虑 TA 断线、TA 饱和、TA 暂态特性不一致的情况。

由于变压器联结组不同和各侧 TA 变比的不同，变压器各侧电流幅值相位也不同，差动保护首先要消除这些影响。本保护装置利用数字的方法对变比和相位进行补偿，方法参见第 7 章附录二，以下说明均基于已消除变压器各侧电流幅值相位差异的基础之上。

3.1.1.1 比率差动动作方程

$$\begin{cases} I_{op} > I_{op.0}, \text{当} I_{res} \le I_{res.0} \\ I_{op} \ge I_{op.0} + S(I_{res} - I_{res.0}), \text{当} I_{res.0} < I_{res} \le 6I_e \\ I_{op} \ge I_{op.0} + S(6I_e - I_{res.0}) + 0.6(I_{res} - 6I_e), \text{当} I_{res} > 6I_e \end{cases} \quad (3\text{-}1\text{-}1)$$

I_{op} 为差动电流，$I_{\mathrm{op.0}}$ 为差动最小动作电流整定值，I_{res} 为制动电流，$I_{\mathrm{res.0}}$ 为最小制动电流整定值，S 为比率制动系数整定值，各侧电流的方向都以指向变压器为正方向。

3.1.1.1.1 对于两侧差动：

$$I_{op} = |\dot{I}_1 + \dot{I}_2| \quad (3\text{-}1\text{-}2)$$

$$I_{res} = |\dot{I}_1 - \dot{I}_2| / 2 \quad (3\text{-}1\text{-}3)$$

$\dot{I}_1$，$\dot{I}_2$ 分别为变压器高、低压侧电流互感器二次侧的电流。

3.1.1.1.2 对于三侧及以上数侧的差动：

$$I_{op} = \left|\dot{I}_1 + \dot{I}_2 + \ldots + \dot{I}_k\right| \quad (3\text{-}1\text{-}4)$$

$$I_{res} = \max\{|\dot{I}_1|, |\dot{I}_2|, \ldots, |\dot{I}_k|\} \quad (3\text{-}1\text{-}5)$$

式中：3≤K≤4，$\dot{I}_1$，$\dot{I}_2$，$\cdots \dot{I}_k$ 分别为变压器各侧电流互感器二次侧的电流。

3.1.1.2 比率差动动作特性

如图 3-1-1 所示：

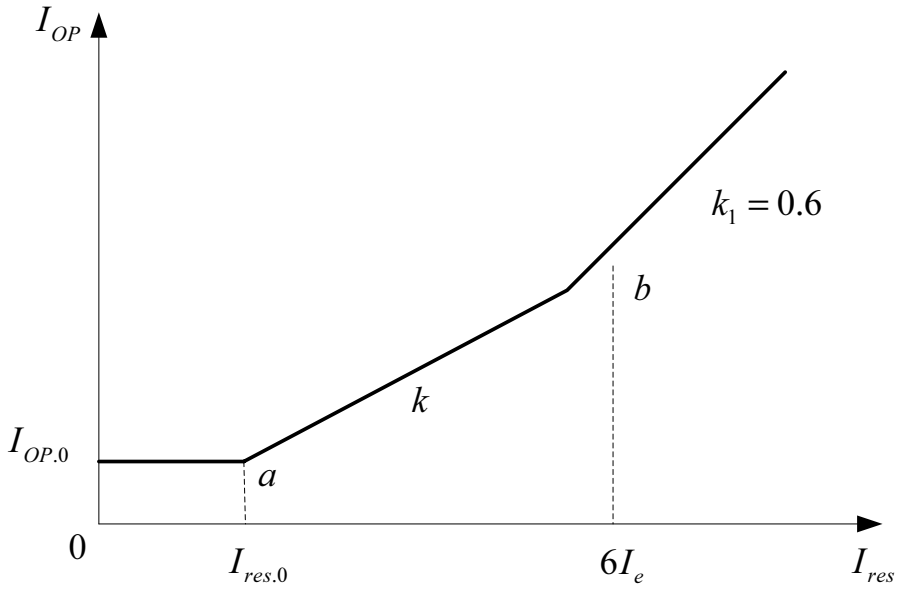


图 3-1-1　比率差动动作特性

3.1.1.3 比率差动保护逻辑图

如图 3-1-2 所示：

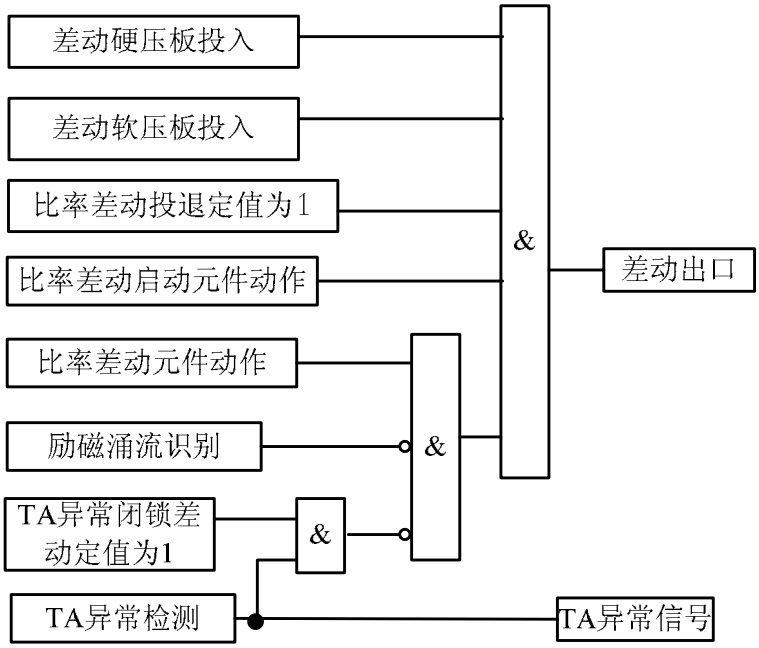


图 3-1-2　比率差动保护逻辑图

3.1.1.4 励磁涌流判据

装置提供两种励磁涌流识别方式，当“识别励磁涌流方式”整定为 0 时，采用二次谐波原理闭锁，整定为 1 时，采用波形比较原理闭锁。

3.1.1.4.1 二次谐波判据

装置采用差动电流中的二次谐波含量来识别励磁涌流。判别方程如下：

$$I_{op.2} > K_2 * I_{op.1}$$

式中：$I_{op.2}$ 为差流中的二次谐波，$I_{op.1}$ 为差流中的基波，K_2 为整定的二次谐波系

数。

如果某相差流满足上式，则闭锁比率差动保护。

3.1.1.4.2 波形比较判据

本装置根据变压器的不同工况自动选择差动电流或相电流计算波形的不对称度，计算出励磁涌流的波形不对称度更加真实，保护性能更加可靠。判别方程如下：

动作方程：

$$S_{sum+} > K * S_{sum-}$$

式中：S_{sum+} 为差 动电流采样点的不对称度值，S_{sum-} 为对应差动电流采样点的对称度值，K 为某一固定系数。如果某相差流满足上式，闭锁本相差动保护。

3.1.1.5 TA 饱和判据

为防止在变压器区外发生故障等状态下的 TA 饱和所引起的比率制动式差动保护误动作，本装置设有 TA 饱和判据。由铁磁元件的“B-H”曲线可知，区外故障起始时和一次电流过零点附近 TA 存在一个线性传变区，因此，区外故障 TA 饱和时，差动电流波形不完整，存在间断。采用时差法判断出为变压器区外故障后，如果判断出差动电流不完整，存在间断，则闭锁差动保护。并采用虚拟制动量的 TA 饱和识别专利技术，既能有效防止区外故障保护误动作，又能保证在区内故障及区外故障发展成为区内故障时保护的快速动作。

3.1.1.6 TA 异常判据

当三相电流都大于 0.2 倍的额定电流时，启动 TA 异常判别程序，满足下列条件认为 TA 断线：

a．本侧三相电流中至少一相电流不变；

b．任意一相电流为零。

通过定值“TA 异常闭锁差动”控制判别出 TA 异常后是否闭锁差动保护。当“TA 异常闭锁差动”整定为“0”时，判别出 TA 异常后不闭锁差动保护，整定为“1”时，判别出 TA 异常后闭锁差动保护。

3.1.2 差流速断保护

由于比率差动保护需要识别变压器的励磁涌流和过励磁运行状态，当变压器内部发生严重故障时，不能够快速切除故障，对电力系统的稳定带来严重危害，所以配置差流速断保护，用来快速切除变压器严重的内部故障。

当任一相差流电流大于差动速断整定值时差流速断保护瞬时动作，跳开各侧断路器。

3.1.2.1 差流速断保护逻辑图

差流速断保护逻辑图如图 3-1-3 所示：

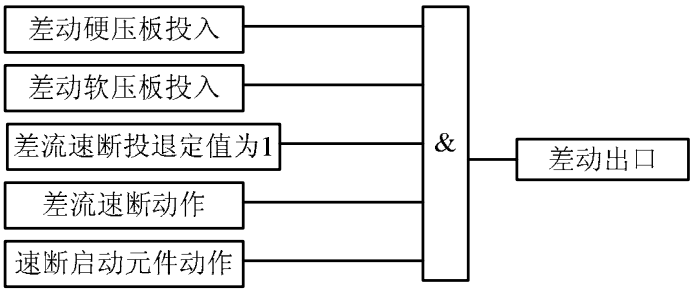


图 3-1-3　差流速断保护逻辑图

3.1.3 差流越限保护

当任一相差流电流大于 0.2 倍额定电流 Ie（第 1 侧二次额定电流）时，延时 5s 报差流越限信号。

差流越限保护逻辑图如图 3-1-4 所示：

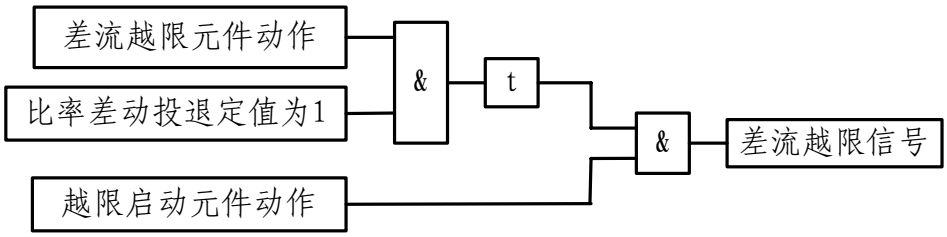


图 3-1-4　差流越限保护逻辑图

4 装置硬件介绍及典型接线

4.1 装置整体介绍

4.1.1 硬件平台

保护装置采用新一代 32 位基于 DSP 技术的通用硬件平台。整体大面板，全封闭机箱，硬件电路采用后插拔的插件式结构，CPU 电路板采用 6 层板，并采用表面贴装技术，提高了装置可靠性。

装置核心部分采用德州仪器公司(Texas Instruments)的 32 位数字信号处理器 TMS320C32，主要完成保护的出口逻辑及后台功能，使保护整体精确、高速、可靠。

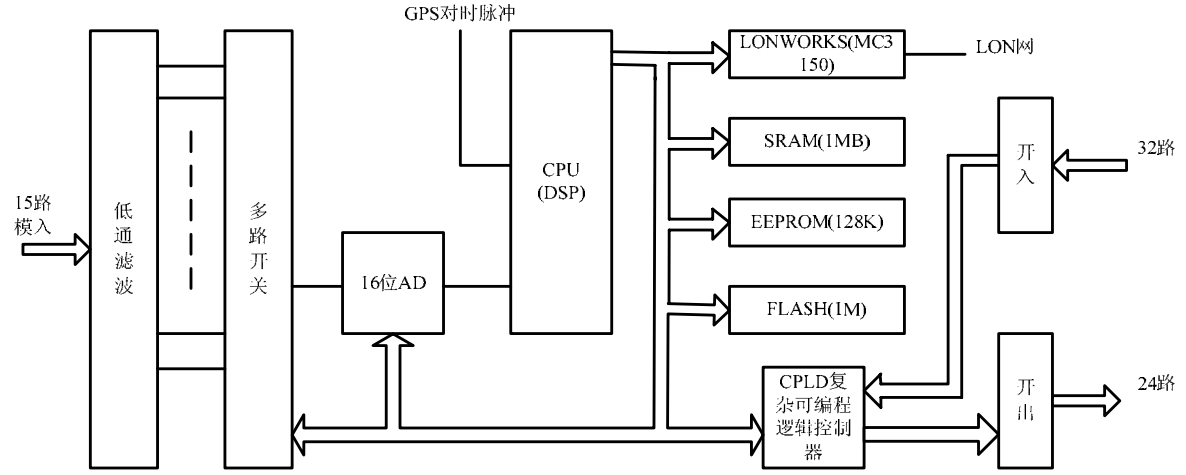


图 4-1-1 CPU 部分硬件框图

4.1.2 软件平台

软件平台采用 ATI 公司的 RTOS 系统 NUCLEUS PLUS。RTOS 是一个经过严格测试的内核，保证软件运行的稳定性。

4.1.3 与综合自动化监控系统接口说明

系统应用总体框图如图 4-1-2 所示：

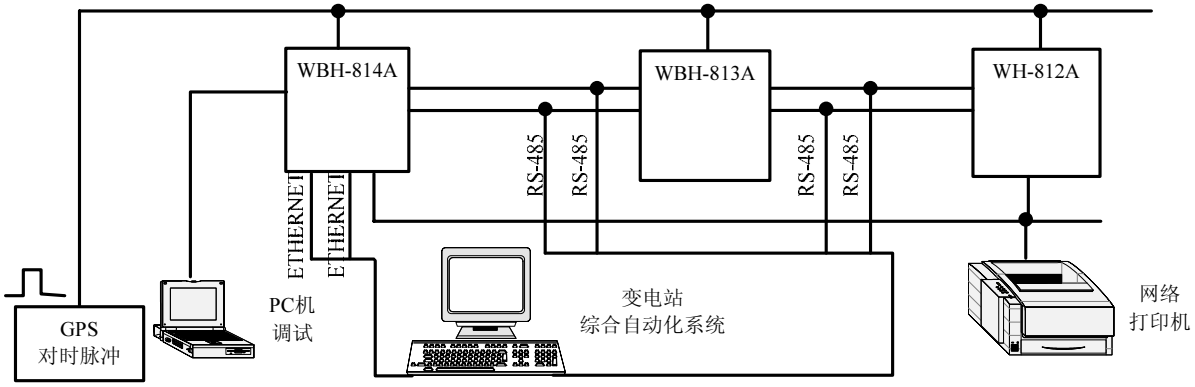


图 4-1-2 系统总体框图

装置以串行通信或网络通信方式与变电站监控系统相联,可对变电站监控系统上送事件报告、告警信息等，并可由远方实现保护投退功能。

设有两组独立的通讯接口 RS-485 或 Ethernet 灵活配置，支持 IEC60870-5-103 通讯规约或 IEC-61850 通讯规约。通过配套规约转换器可满足 Ethernet 组网要求，并可适应多种通信规约，满足 110kV 电压等级变电站综合自动化的要求。

4.2 装置背视示意图

WBH-812A 保护装置背视示意图如图 4-2-1 所示：

图 4-2-1 WBH-812A 装置背视示意图

4.3 结构与安装

19 in 半宽 6 U 机箱。机箱外形尺寸和安装开孔尺寸如图 4-3-1 和图 4-3-2 所示：

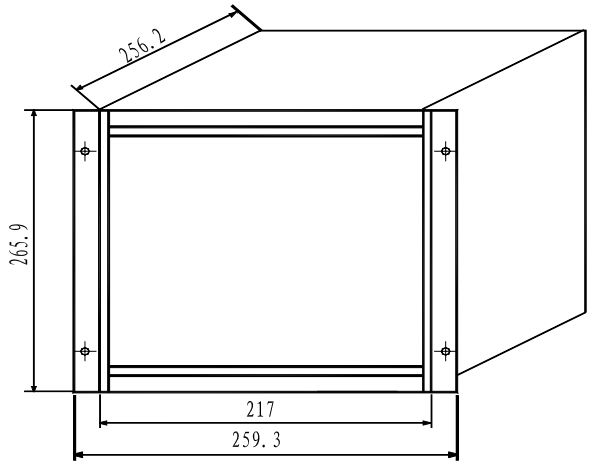


图 4-3-1 机箱外形尺寸

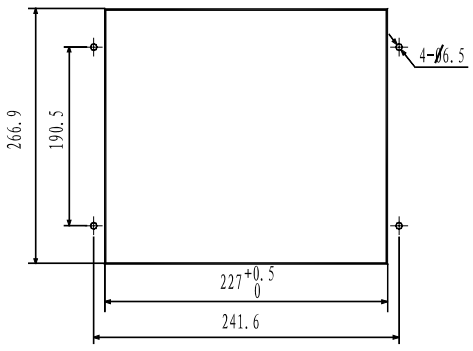


图 4-3-2　安装开孔尺寸

4.4　WBH-812A 保护装置端子图

WBH-812A 保护装置端子图如图 4-4-1、图 4-4-2、图 4-4-3 所示：

1#插件					
交流输入					
作用	输　入量	编号		输　入量	作用
第 1 侧电流（非极性端）	Ia1’	02	01	Ia1	第 1 侧电流（极性端）
	Ib1’	04	03	Ib1	
	Ic1’	06	05	Ic1	
第 2 侧电流（非极性端）	Ia2’	08	07	Ia2	第 2 侧电流（极性端）
	Ib2’	10	09	Ib2	
	Ic2’	12	11	Ic2	
第 3 侧电流（非极性端）	Ia3’	14	13	Ia3	第 3 侧电流（极性端）
	Ib3’	16	15	Ib3	
		18	17		
		20	19		
第 3 侧电流（非极性端）	Ic3’	22	21	Ic3	第 3 侧电流（极性端）
第 4 侧电流（非极性端）	Ia4’	24	23	Ia4	第 4 侧电流（极性端）
	Ib4’	26	25	Ib4	
	Ic4’	28	27	Ic4	
		30	29		
		32	31		

图 4-4-1 WBH-812A 装置端子图 1

注 1、对于普通三圈变，高、中、低三侧 TA 二次分别接装置的第 1 侧、第 2 侧、第 3 侧电流回路；对于高压侧带桥或低压侧带分支的三圈变，高压侧内桥 TA 二次或低压侧 B 分支 TA 二次接装置的第 4 侧电流回路。

注 2、对于普通两圈变，高压侧和低压侧 TA 二次分别接装置的第 1 侧和第 3 侧电流回路；对于高压侧带桥或低压侧带分支的两圈变，高压侧内桥 TA 二次或低压侧 B 分支 TA 二次接装置的第 4 侧电流回路；对于高压侧带桥且低压侧带分支的两圈变，高压侧内桥 TA 二次接装置第 2 侧电流回路，低压侧 B 分支 TA 二次接装置第 4 侧电流回路；对于高压侧不为内桥接线的两圈变，如果低压侧有三个分支，低压侧三个分支 TA 二次分别接装置的第 3 侧、第 2 侧和第 4 侧电流回路。

3#插件			2#插件			
开入开出			跳闸出口			
编号	名称	作用	编号	功能	名称	作用
01	差动硬压板		01	跳高压侧开关	出口 1	
02	开入 2		02			
03	开入 3		03	跳高压侧桥开关	出口 2	
04	开入 4		04			

05	开入 5	开入正端	05	跳中压侧开关	出口 3	
06	开入 6		06			
07	开入 7		07	跳低压侧开关	出口 4	
08	开入 8		08			
09	开入 9		09	跳低 B 分支开关	出口 5	
10	开入 10		10			
11	开入 11		11	备用	出口 6	
12	开入 12		12			
13	开入 13		13	备用	出口 7	
14	开入 14		14			
15	检修压板		15	备用	出口 8	
16	信号复归开入		16			
17	开入公共负端	开入负端	17	备用	出口 9	
18			18			
19	中央信号公共端	中央信号	19	备用	出口 10	
20			20			
21	跳闸类保护动作信号		21	备用	出口 11	
22	告警类保护动作信号		22			
23	装置故障		23	备用	出口 12	
24	备用信号（出口 12）		24			
25	备用信号（出口 13）		25	备用	出口 13	
26	远动信号公共端	远动信号	26			
27			27	备用	出口 7	
28	跳闸类保护动作信号		28			
29	告警类保护动作信号		29	备用	出口 8	
30	装置故障		30			
31	备用信号（出口 12）		31	备用	出口 11	
32	备用信号（出口 13）		32			

图 4-4-2 WBH-812A 装置端子图 2

7#插件			6#插件				5#插件		
稳压电源			保护 CPU				通迅		
编号	名称	作用	编号	名称	作用		编号	名称	作用
01	未用		01	RXD	232	打印机接口	01	1-485+	通讯串口 1
02	未用		02	TXD			02	1-485--	
03	未用		03	GND			03	GND	
04	未用		04	RX+	485		04		
05	未用		05	RX---			05	2-485+	通讯串口 2
06	未用		06				06	2-485--	
07	直流消失告警触点 1		07	备用	备用脉冲开入		07	GND	
08			08	备用			08		
09	直流消失告		09	备用					以太

10	警触点 2		10	备用			网 接 口 1
11	电源+	电	11	备用			
12		源	12	备用			
13	电源----	输	13				
14		入	14	对时脉冲	GPS 对时		太 网 接 口 2
15	接地 GND		15	24VGND	24V 公共负（外接）		
			16				

图 4-4-3 WBH-812A 装置端子图 3

4.5 WBH-812A 装置输出触点

WBH-812A 保护装置触点原理图如图 4-5-1、图 4-5-2 所示：

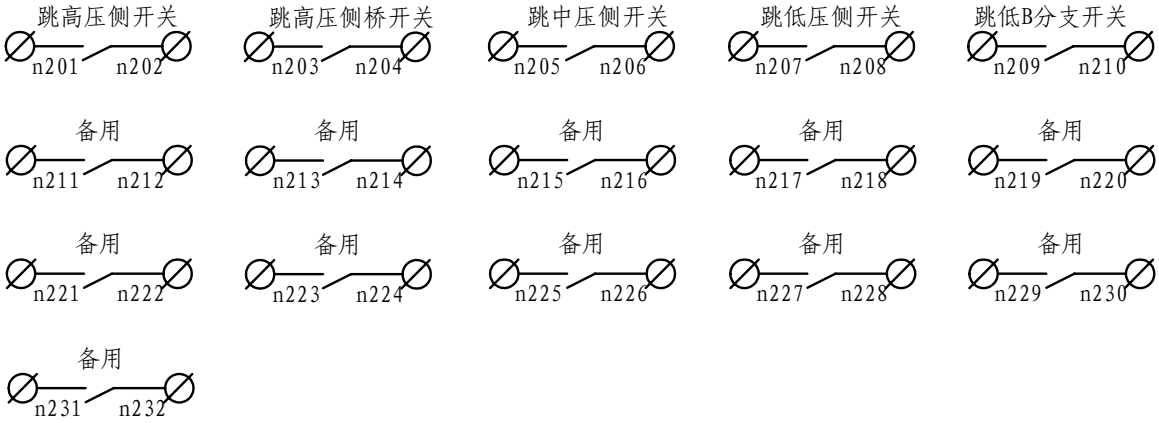


图 4-5-1　WBH-812A 装置保护出口触点图

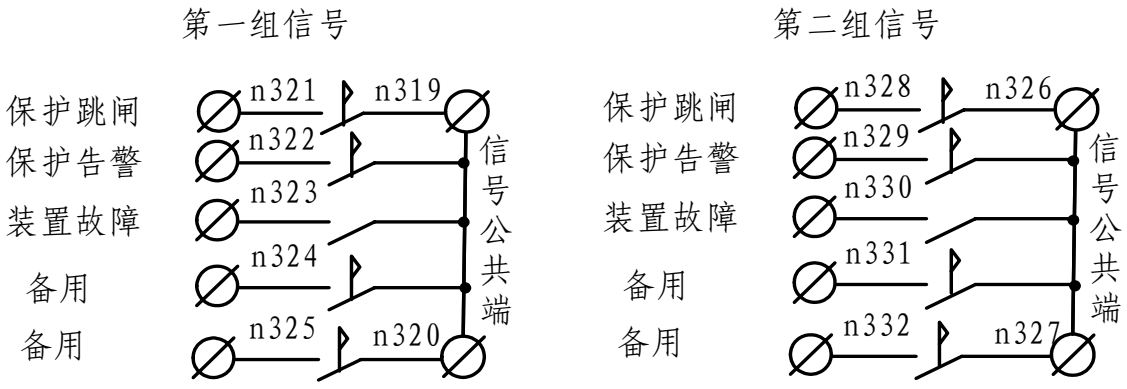


图 4-5-2　WBH-812A 装置信号触点图

5 定值清单

5.1 WBH-812A 的保护整定清单

对应的软件型号：WBH-812A/R1。

5.1.1 WBH-812A 的保护软压板清单

序号	保护软压板名称	说明
01	差动保护软压板	可投退

5.1.2 WBH-812A 的保护定值清单

5.1.2.1 系统参数

序号	定值名称	定值范围	步长	说明	备注
1	变压器铭牌最大容量	0.05MVA～600.0MVA	0.01	S_n	
2	变压器接线钟点数	0～2	1	0: 12 点接线　1: 1 点接线　2:11 点接线	见注 1
3	第 1 侧接线型式	1～2	1	1: Y 接线　2: △接线	见注 1
4	第 2 侧接线型式	0～2	1	0:退出　1: Y 接线　2: △接线	见注 1
5	第 3 侧接线型式	1～2	1	1: Y 接线　2: △接线	见注 1
6	第 4 侧接线型式	0～2	1	0:退出　1: Y 接线　2: △接线	见注 1 和注
7	第 1 侧一次线电压	1.0kV～1000.0kV	0.1		
8	第 2 侧一次线电压	1.0kV～1000.0kV	0.1		
9	第 3 侧一次线电压	1.0kV～1000.0kV	0.1		
10	第 4 侧一次线电压	1.0kV～1000.0kV	0.1		
11	第 1 侧 TA 变比	1～60000	1		
12	第 2 侧 TA 变比	1～60000	1		
13	第 3 侧 TA 变比	1～60000	1		
14	第 4 侧 TA 变比	1～60000	1		见注 2

注 1、定值“变压器接线钟点数”及各侧 “接线型式”。

变压器接线钟点数是其它侧线电势相对于第 1 侧线电势相位差而言，当整定为“0”时，则各侧接线型式要一致、各侧线电势与第 1 侧线电势同相位，为 12 点接线。整定为“1”时，则表明接线型式与第 1 侧不同的侧的线电势滞后于第 1 侧线电势 30º，为 1 点接线，若有某侧接线型式与第 1 侧相同，则该侧线电势与第 1 侧线电势同相位，为 12 点接线。整定为“2”时，则表明接线型式与第 1 侧不同的侧的线电势超前于第 1 侧线电势 30º，为 11 点接线，若有某侧接线型式与第 1 侧相同，则该侧线电势与第 1 侧线电势同相位，为 12 点接线。

装置第 1 侧和第 3 侧电流回路一定要用，其它侧不用时，将该侧 “接线型式”整定“0”。

“变压器接线钟点数”整定示例：

变压器一次接线型式		变压器接线钟点数
三圈	Y/Y/△-12-11	2
	Y/Y/△-12-1	1

变	Y/Y/Y-12-12	0
两圈变	Y/△-11	2
	Y/△-1	1
	Y/Y-12	0

常用变压器的各侧“接线型式”整定示例：

变压器一次接线型式		接线型式			
		第 1 侧	第 2 侧	第 3 侧	第 4 侧
三圈变（Y/Y/△）	高压侧不带桥，低压侧不带分支	1	1	2	0
	高压侧带桥，低压侧不带分支	1	1	2	1
	高压侧不带桥，低压侧带分支	1	1	2	2
两圈变（Y/△）	高压侧不带桥，低压侧不带分支	1	0	2	0
	高压侧带桥，低压侧不带分支	1	0	2	1
	高压侧不带桥，低压侧带分支	1	0	2	2
	高压侧带桥，低压侧带分支	1	1	2	2
	高压侧不带桥，低压侧带三分支	1	2	2	2

对于 Y/Y/Y-12-12 或/Y/Y-12 的变压器，有用侧接线型式整定为“1”，无用侧接线型式整定为“0”。

注 2、装置第 1 侧和第 3 侧电流回路一定要用，高压侧 TA 二次接装置第 1 侧电流回路，低压侧 TA 二次接到装置第 3 侧电流回路。对于三圈变，中压侧 TA 二次接到装置第 2 侧电流回路。对于高压侧内桥接线的变压器，高压侧内桥 TA 二次接到装置第 4 侧电流回路。对于有低压侧 B 分支的变压器，低压侧 B 分支 TA 二次接到装置第 4 侧电流回路。对于高压侧不为内桥接线的两圈变，如果低压侧有三个分支，则可将低压侧三个分支 TA 分别接于第 3 侧、第 2 侧和第 4 侧电流回路。

整定各侧 TA 变比时注意，TA 变比是 TA 一次电流与二次电流的比值。例如：如果高压侧 TA 为 600/5，则高压侧 TA 变比为 120；如果高压侧 TA 为 600/1，则高压侧 TA 变比为 600。

5.1.2.2 保护定值

序号	定值名称	定值范围	步长	说明	备注
1	主保护投退控制字	0X0000~0XFFFF	0X1	见注 1	
2	最小动作电流	0.2～1.5	0.001	见注 2	
3	最小制动电流	0.5～1.5	0.001	见注 2	
4	比率制动系数	0.3～0.7	0.001		
5	励磁涌流识别方式	0～1	1	0：二次谐波　1：波形比较	
6	差流速断电流	2.0～15.0	0.001	见注 2	
7	TA 异常闭锁差动	0～1	1		

注 1、主保护投退控制字共有十六位，每位定义如下表：

主保护投退控制字				
位序号	定值名称	定值范围	说明	备注
0	差流速断投退	0～1	0：退出　1：投入	投退差流速断

1	比率差动投退	0～1	0：退出　1：投入	投退比率差动
2~15	备用			

注 2、差动定值中的电流值都是以额定电流 Ie 为基准的标么值。其中 Ie 是用系统参数中的“变压器铭牌最大容量”和“第 1 侧一次线电压”及“第 1 侧 TA 变比”按公式 $I_e = S_n /(\sqrt{3} * U_n * n_{TA})$ 计算出的第 1 侧二次额定电流。

示例：额定电流 Ie 为 4A，经过整定计算得到的差动最小动作电流为 2A，那么“最小动作电流倍数”定值应输入 0.5；

注 3、选用二次谐波闭锁励磁涌流原理时二次谐波制动系数在装置内默认设为 0.15，不需用户整定。

注 4、差流越限的投退由比率差动的投退决定，比率差动投入，差流越限也投入，比率差动退出，差流越限也退出。

注 5、差流越限的动作电流固定为 0.2Ie，延时为 5s。

5.1.3 WBH-812A 的保护出口说明

WBH-812A 装置保护动作后对出口及信号触点驱动已经在装置内部固定，无需用户整定。

差动保护动作后驱动出口 1~出口 13，报“跳闸类保护动作信号”，并点亮跳闸灯。差流越限或 TA 断线后不驱动出口 1~出口 13，报“告警类保护动作信号”，并点亮信号灯。

6 附录一 保护装置整定计算

6.1 差动保护整定计算

6.1.1 最小动作电流的整定

$I_{op.0}$ 为差动保护的最小动作电流，应按躲过变压器额定负载运行时的最大不平衡电流整定，即：$I_{op.0} = K_{rel}(K_{er} + \Delta U + \Delta m)I_e$

式中：

I_e 为变压器高压侧的二次额定电流；

K_{rel} 为可靠系数，$K_{rel} = 1.3 \sim 1.5$；

K_{er} 为电流互感器在额定电流下的变比误差。TA 为 10P 型时取 0.03*2，TA 为 5P 型或 TP 型时取 0.01*2。

ΔU 为变压器分接头调节引启的误差（相对额定电压的百分数）；

Δm 为 TA 变比未完全匹配产生的误差，Δm 一般取 0.05。

一般情况下可取：$I_{op.0} = (0.3 \sim 0.5)I_e$。根据现场实际情况(现场实测不平衡电流)确有必要时也可大于 $0.5I_e$。

6.1.2 最小制动电流的整定

$I_{res.0} = (0.8 \sim 1.0)I_e$

6.1.3 比率制动系数 S 的整定

差动保护的动作电流应大于外部短路时流过差动回路的不平衡电流。变压器种类不同，不平衡电流计算也有较大差别，下面给出双绕组和三绕组变压器差动保护回路最大不平衡 $I_{umb.\max}$ 电流计算公式。

6.1.3.1 最大不平衡电流的计算

6.1.3.1.1 两圈变压器

$I_{umb.\max} = (K_{ap}K_{cc}K_{er} + \Delta U + \Delta m)I_{k.\max} / n_a$

式中：K_{er}，ΔU，Δm 的含意同式上；

K_{cc} 为 TA 的同型系数，K_{cc}=1.0；

$I_{k.\max}$ 为外部短路时最大穿越短路电流周期分量(故障侧 TA 二次值)；

K_{ap} 为非周期分量系数，两侧同为 TP 级电流互感器取 1.0，两侧同为 P 级电流互感

器取 1.5~2.0。

6.1.3.1.2 三圈变压器(以低压侧外部短路为例)

$$I_{umb.\max} = K_{ap}K_{cc}K_{er}I_{k.\max} + \Delta U_h I_{k.h.\max} + \Delta U_m I_{k.m.\max} + \Delta m_I I_{k.I.\max} + \Delta m_{II} I_{k.II.\max}$$

式中：K_{ap}，K_{cc}，K_{er}的含意同上；

ΔU_h、ΔU_m为变压器高、中压侧调压引起的相对误差(对U_N而言)，取调压范围中偏离额定值的最大值；

$I_{k.\max}$为低压侧外部短路时，流过靠近故障侧电流互感器的最大短路电流周期分量(相应侧 TA 二次值)；

$I_{k.h.\max}$、$I_{k.m.\max}$分别为在所计算的外部短路时，流过高、中压侧电流互感器电流的周期分量(相应侧 TA 二次值)；

$I_{k.I.\max}$、$I_{k.II.\max}$分别为在所计算的外部短路时，流过非靠近故障点的两侧电流互感器电流的周期分量 (相应侧 TA 二次值)；

Δm_I、Δm_{II}为由于电流互感器变比不完全匹配而产生的误差，初选可取 $\Delta m_I = \Delta m_{II} = 0.05$。

6.1.3.2 对应差动动作电流的计算

对应差动动作电流为：

$$I_{op.\max} = K_{rel}I_{umb.\max}$$

K_{rel}为可靠系数，可取 1.2~1.3；

6.1.3.3 比率制动系数的计算

比率制动系数为：

$$S = \frac{I_{op.\max} - I_{op.0}}{I_{res.\max} - I_{res.0}}$$

$I_{res.\max}$为计算最大不平衡电流时所用的外部短路时差动保护的制动电流，它与差动保护原理、制动电流的选取有关。

一般取S=0.5。

6.1.4 灵敏度的计算

差动保护的灵敏系数应安最小运行方式下，差动保护区内变压器引出线上两相金属性短路计算。根据计算最小短路电流$I_{k.\min}$和相应的制动电流I_{res}，在动作特性曲线上查

得对应的动作电流值 I_{op}；则灵敏系数 K_{sen} 为：

$K_{sen}=\dfrac{I_{k.\min}}{I_{op}}$　要求 K_{sen}≥2.0 。

6.1.5 差流速断的整定

对 220kV～500kV 变压器，差流速断是差动保护的一个辅助保护。当内部故障电流很大时，防止由于电流互感器饱和引起差动保护延迟动作。差流速断保护的动作电流应按躲过初始励磁涌流或外部短路最大不平衡电流整定，一般取：

$I_{op}=KI_e$ 或 $I_{op}=K_{rel}I_{unb.\max}$

式中：I_e 为变压器的二次额定电流。

K 为倍数，视变压器容量和系统电抗大小，推荐值如下：40～120MVA 的变压器可取 3.0～8.0，120MVA 及以上变压器可取 2.0～6.0。

差流速断保护的灵敏度系数按正常运行方式下保护安装处两相金属性短路计算，要求 $K_{sen}\geq 1.2$。

7 附录二 比率差动保护各侧电流相位差的补偿

变压器各侧 TA 二次采用星形接线，二次电流直接接入本保护装置。各侧电流的方向都以指向变压器为正方向。

变压器各侧 TA 二次电流相位由软件调整，装置采用 Y→△的转换方式。转换公式有两种，如下所示：

$$\begin{cases} \dot{I}_a = (\dot{I}_{ay} - \dot{I}_{by})/\sqrt{3} \\ \dot{I}_b = (\dot{I}_{by} - \dot{I}_{cy})/\sqrt{3} \\ \dot{I}_c = (\dot{I}_{cy} - \dot{I}_{ay})/\sqrt{3} \end{cases} \tag{7-1-1}$$

$$\begin{cases} \dot{I}_a = (\dot{I}_{ay} - \dot{I}_{cy})/\sqrt{3} \\ \dot{I}_b = (\dot{I}_{by} - \dot{I}_{ay})/\sqrt{3} \\ \dot{I}_c = (\dot{I}_{cy} - \dot{I}_{by})/\sqrt{3} \end{cases} \tag{7-1-2}$$

$\dot{I}_{a\mathrm{Y}}$、$\dot{I}_{b\mathrm{Y}}$、$\dot{I}_{c\mathrm{Y}}$ 为 Y 侧 TA 二次电流，$\dot{I}_a$、$\dot{I}_b$、$\dot{I}_c$ 为 Y 侧校正后的各相电流。△侧电流不转角。

若“变压器接线钟点数”设为 12 点，各侧 “接线型式”均为 Y 接线，则各侧均用公式 7-1-1 转换。

若“变压器接线钟点数”设为 12 点，各侧 “接线型式”均为△接线，则各侧均不再转换。

若“变压器接线钟点数”设为 11 点，且“I 侧接线型式”为 Y 接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 7-1-1 转换；而“接线型式”为△接线的侧，均不再转换。

若“变压器接线钟点数”设为 11 点，且“I 侧接线型式”为△接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 7-1-2 转换；而“接线型式”为△接线的侧，均不再转换。

若“变压器接线钟点数”设为 1 点，且“I 接线型式”为 Y 接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 7-1-2 转换；而“接线型式”为△接线的侧，均不再转换。

若“变压器接线钟点数”设为 1 点，且“I 接线型式”为△接线，则“接线型式”为 Y 接线的侧，均用公式 7-1-1 转换；而“接线型式”为△接线的侧，均不再转换。